

Kraftstoffeinspritzeinrichtung

BESCHREIBUNG**Stand der Technik**

5

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zum besseren Verständnis der Beschreibung und der Patentansprüche werden nachfolgend einige Begriffe erläutert: Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß der Erfindung kann sowohl hubgesteuert als auch druckgesteuert ausgebildet sein. Im Rahmen der Erfindung wird unter einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung verstanden, dass das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung mit Hilfe einer verschieblichen Düsenadel aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuerraum erfolgt. Eine Druckabsenkung innerhalb des Steuerraums bewirkt einen Hub der Düsenadel. Alternativ kann das Auslenken der Düsenadel durch ein Stellglied (Aktor, Aktuator) erfolgen. Bei einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß der Erfindung wird durch den im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck die Düsenadel gegen die Wirkung einer Schließkraft (Feder) bewegt, so dass die Einspritzöffnung für eine Einspritzung des Kraftstoffs aus dem Düsenraum in den Zylinder freigegeben wird. Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in einen Zylinder austritt, wird als Einspritzdruck bezeichnet, während unter einem Systemdruck der Druck verstanden wird, unter dem Kraftstoff innerhalb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zur Verfügung steht bzw. bevorratet ist. Kraftstoffzumessung bedeutet, dem Düsenraum Kraftstoff mittels eines Zumessventils zuzuleiten. Bei einer kombinierten Kraftstoffzumessung wird ein gemeinsames Ventil genutzt, um

verschiedene Einspritzdrücke zuzumessen. Bei der Pumpe-Düse-Einheit (PDE) bilden die Einspritzpumpe und der Injektor eine Einheit. Pro Zylinder wird eine derartige Einheit in den Zylinderkopf eingebaut und entweder direkt über einen Stößel oder indirekt über Kipphobel von der 5 Motornockenwelle angetrieben. Das Pumpe-Leitung-Düse-System (PLD) arbeitet nach dem gleichen Verfahren. Eine Hochdruckleitung führt hier zum Düsenraum oder Düsenhalter.

10 Zur Einbringung von Kraftstoff in direkteinspritzende Dieselmotoren sind sowohl druckgesteuerte als auch hubgesteuerte Einspritzsysteme bekannt. Zur Reduzierung der Emissionen ist ein möglichst hoher maximaler Einspritzdruck und ein linearer Druckanstieg günstig. Daher werden heute oftmals PDE/PLD Systeme eingesetzt, die einen hohen Einspritzdruck erlauben.

15 Weiterhin hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Einspritzdruck von der Drehzahl und Last des Motors unabhängig ist und im Kennfeld variabel eingestellt werden kann. Ebenso ist eine Mehrfacheinspritzung vorteilhaft. Deshalb verwenden andere Motorenhersteller Common Rail Systeme (CRS).

20 Zur Verbesserung der Funktionalität eines PDE/PLD Einspritzsystems kann ein hub gesteuerter Injektor eingesetzt werden. Dadurch kann im Förderbereich des Nockens eine Mehrfacheinspritzung (Vor,- Haupt-, Nacheinspritzung) dargestellt werden. Zur Darstellung einer 25 Mehrfacheinspritzung ist demnach ein vergrößerter Nocken- und Pumpenhub erforderlich. Zudem treten beim Ansteuern einer Nacheinspritzung unter hohem Druck starke Drucküberhöhungen auf, die das Einspritzsystem zerstören können. Daher ist eine Nacheinspritzung nur bei niedrigem Einspritzdruck möglich. Außerdem ist keine Einspritzung

außerhalb des Nockenförderbereiches möglich, was für eine weit abgesetzte Nacheinspritzung für Abgasnachbehandlungssysteme wichtig ist.

5

Vorteile der Erfindung

Zur Beseitigung dieser Problematik wird eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Patentanspruch 1 vorgeschlagen. Dabei wird der Injektorbereich als lokaler Druckspeicher ausgebildet, dessen gespeicherter Kraftstoff zur

- 10 Einspritzung und zum hydraulischen Schließen der Düsenadel genutzt wird. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 4 enthalten. Ein Rückschlagventil nach dem Pumpenelement verhindert, dass sich der Hochdruckraum des Injektors nach Beendigung der Förderung entspannt. Der gespeicherte Hochdruck kann dann für weitere
- 15 Einspritzungen genutzt werden. Dabei kann sowohl eine Nacheinspritzung direkt nach der Haupteinspritzung unter hohem Druck realisiert werden, wie auch eine weit abgesetzte Nacheinspritzung. Es ist auch möglich, die Voreinspritzung vom nachfolgenden Zyklus aus dem lokalen Druckspeicher zu realisieren. Damit können diese Mehrfacheinspritzungen außerhalb des
- 20 Nockenförderbereiches erfolgen, was konstruktive Vorteile durch eine Verkleinerung des Förderbereiches bietet.

- Ein weiterer Vorteil ergibt sich zwischen Haupt und Nacheinspritzung. Die beim hydraulischen Nadelschließen erzeugten Druckspitzen von mehreren
- 25 hundert bar können vollständig unterdrückt werden. Dies erreicht man durch eine geeignete Ansteuerung von Nadelschließen und Druckaufbau im Pumpenelement. Der Druckaufbau wird dabei nur gerade solange angesteuert, dass der Einspritzdruck für die Haupteinspritzung erzeugt wird. Mit dem hydraulischen Schließen der Düsenadel wird auch der
- 30 Druckaufbau beendet.

Der lokalen Druckspeicher kann über eine Drossel langsam entspannt werden, um für jeden Einspritzzyklus eine definierten Ausgangszustand zu gewährleisten.

5

Ebenso ist eine Entspannung über ein Druckhalteventil möglich. Dadurch bleibt ein bestimmter, gen au definierter Restdruck bis zum nächsten Einspritz-Zyklus erhalten, der z.B. für eine Voreinspritzung verwendet werden kann.

10

Wird der lokale Druckspeicher groß genug ausgebildet, kann er ebenfalls für eine Bootphase verwendet werden. Der lokale Druckspeicher im Injektor ermöglicht auch eine hydraulische Schließkraft auf die Düsenadel, so dass diese während des Anstiegs des Zylinderdruckes durch die Verbrennung nicht aufgedrückt wird. Durch diese hydraulische Schließkraft ist es möglich, die schließende Federkraft auf die Düse zu verkleinern oder entfallen zu lassen, was konstruktive Vorteile bringt.

20

Zeichnung

Drei Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind in der schematischen Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Hydraulikschaltplan einer ersten Kraftstoffeinspritzeinrichtung;

- Fig. 2** einen Hydraulikschaltplan einer zweiten Kraftstoffeinspritzeinrichtung;
- Fig. 3** einen Hydraulikschaltplan einer dritten Kraftstoffeinspritzeinrichtung;
- Fig. 4** einen ersten Druckverlauf und Nadelhub einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Fig. 1;
- 10 **Fig. 5** einen zweiten Druckverlauf und Nadelhub einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Fig. 3.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

15 Jedem Zylinder ist eine Pumpe-Düse-Einheit (PDE) oder ein Pumpe-Leitung-Düse-System (PLD) zugeordnet. Jede Pumpe-Düse-Einheit setzt sich aus einem Pumpenelement **1** und einem Injektor **2** zusammen. Pro Motorzylinder wird eine Pumpe-Düse-Einheit in einen Zylinderkopf eingebaut. Das Pumpenelement **1** wird entweder direkt über einen Stößel oder indirekt über Kipphebel von einer Motornockenwelle angetrieben. Elektronische Regeleinrichtungen gestatten es, die Menge eingespritzten Kraftstoffs (Einspritzverlauf) gezielt zu beeinflussen. Bei dem in der **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung **3** fördert eine Niederdruckpumpe **4** Kraftstoff **5** aus einem Vorratstank **6** über eine Förderleitung **7** zu den Pumpenelementen **1**. Ein Steuerventil **8** dient der Befüllung eines Pumpenraums des Pumpenelements **1**. Die Hochdruckerzeugung erfolgt unter Schließen des Steuerventils **8** während des Nockenhubs. Damit

beginnt der Druckaufbau und der unter Druck stehende Kraftstoff wird über ein Rückschlagventil 9 zum Injektor 2 geleitet.

Die Einspritzung erfolgt über eine Kraftstoff-Zumessung mit Hilfe einer in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren Düsenadel 10. Es sind ein Düsenraum 11 und ein Steuerraum 12 ausgebildet. Innerhalb des Düsenraums 11 ist eine in Öffnungsrichtung der Düsenadel 10 weisende Druckfläche dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, der über eine Druckleitung 13 dem Düsenraum 11 zugeführt wird. Koaxial zu einer Druckfeder greift ferner an der Düsenadel 10 ein Stößel an, der mit seiner der Ventildichtfläche abgewandten Stirnseite den Steuerraum 12 begrenzt. Der Steuerraum 12 hat vom Kraftstoffdruckanschluss her einen Zulauf mit einer Drossel und einen Ablauf zu einer Druckentlastungsleitung 14, der durch eine Ventileinheit 15 gesteuert wird. Über den Druck im Steuerraum 12 wird der Stößel in Schließrichtung druckbeaufschlagt. Bei Betätigung der Ventileinheit 14 kann der Druck im Steuerraum 12 abgebaut werden, so dass in der Folge die in Öffnungsrichtung auf die Düsenadel 10 wirkende Druckkraft im Düsenraum 11 die in Schließrichtung auf die Düsenadel 10 wirkenden Druckkraft übersteigt. Die Ventildichtfläche hebt von der Ventilsitzfläche ab und Kraftstoff wird eingespritzt. Das Ende der Einspritzung wird durch erneutes Betätigen (Schließen) der Ventileinheit 14 eingeleitet, das den Steuerraum 12 wieder von einer Leckageleitung 14 abkoppelt, so dass sich im Steuerraum 14 wieder ein Druck aufbaut, der die Düsenadel 10 in Schließrichtung bewegen kann.

25

Das Rückschlagventil 9 bewirkt, dass sich der Druck im Injektor 2 nach dem Beenden der Förderung des Pumpenelementes 1 nicht schlagartig entspannt. Der Druck wird lediglich etwas abfallen bis das Rückschlagventil 9 geschlossen ist. Das gesamte Volumen hinter dem Rückschlagventil 9 (Volumen des Injektors 2 und der Zuleitung 13) wirkt somit als lokaler

Druckspeicher für den Injektor 2. Durch den hydraulisch gesteuerten Injektor 2 bleibt die Düse geschlossen. Mit Hilfe des gespeicherten Drucks können weitere Einspritzungen erfolgen. Speziell eignet sich dieser lokale Druckspeicher für kleine Einspritzmengen, wie sie bei einer 5 Nacheinspritzung und einer Voreinspritzung typischerweise vorliegen. Um den Druck im Injektorbereich bis zur nächsten Einspritzung auf ein definiertes Niveau einzustellen und somit Toleranzprobleme zu vermeiden, ist parallel zum Rückschlagventil 9 eine Drossel 16 geschaltet. Diese ist so dimensioniert, dass sich der Druck im lokalen Druckspeicher langsam 10 abbaut und bis zum nächsten Einspritzzyklus auf das Niederdruckniveau ,im Pumpenraum entspannt ist.

Aus **Fig. 2** ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung 17 ersichtlich, bei der das Steuerventil 15 für den Anschluss des Steuerraumes 12 im Zulauf 15 angeordnet ist. Ist das Ventil 15 geöffnet, ergibt sich im Steuerraum 12 aufgrund der Drossel 18 ein Steuerdruck und die Düse bleibt geschlossen. Wird das Ventil 15 geschlossen, dann entspannt sich der Steuerraum 12 über eine Drossel 18 und die Düse öffnet. Die Drossel 18 übernimmt bei 20 dieser Variante gleichzeitig die Aufgabe, den lokalen Speicher langsam bis zur nächsten Einspritzung zu entspannen, da bei geschlossenem Injektor 2 ein Kraftstoffstrom über die Drossel 18 vorhanden ist.

Fig. 3 veranschaulicht eine weitere Ausführungsform durch eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung 18. Dabei ist wiederum die Drossel 16 parallel 25 zum Rückschlagventil 9 vorgesehen, die den Druck im Injektorbereich nach der Einspritzung langsam abbauen. Zusätzlich ist der Drossel 16 nun noch ein Druckhalteventil 19 in Serie geschaltet. Damit erfolgt der Druckabbau nur bis zu einem exakt definierten Standdruck $p(s)$ (z.B. 300 bar) in der Leitung. Damit ergibt sich im lokalen Druckspeicherraum dann ein 30 definiertes Druckniveau, das für weitere Einspritzungen genutzt werden

kann. Dies ist vorzugsweise eine Voreinspritzung. Es ist aber auch möglich, die Bootphase einer Haupteinspritzung aus diesem Druckspeicher zu realisieren. Zudem wird der hydraulische Wirkungsgrad des Systems erhöht, da der Injektorbereich nicht mehr vollständig entspannt wird

5

Fig. 4 zeigt schematisch einen möglichen zeitlichen Verlauf des Druckes P im Injektor (P_{INJ}) und im Pumpenelement (P_{PDE}), sowie den Nadelhub H bei einem Vor- (VE), Haupt- (HE), Nacheinspritzungs (NE) -Zyklus. Zusätzlich ist der Pumpenförderbereich F eingetragen.

10

Fig. 5 zeigt schematisch einen möglichen zeitlichen Druckverlauf P im Injektor (P_{INJ}) sowie den Nadelhub H bei einem Vor- (VE), Haupt- (HE), Nacheinspritzungs (NE) -Zyklus und abgesetzter Nacheinspritzung (ANE). Dargestellt ist ein Ausschnitt über 2 Einspritzzyklen. Man sieht, dass im gesamten Zeitraum zwischen den Haupt-Einspritzungen eine Einspritzung aus dem lokalen Druckspeicher möglich ist. Speziell ist eine weit abgesetzte Nacheinspritzung und eine weit vorgelagerte Voreinspritzung möglich.

15

Bei den dargestellten Beispielen ist für jeden Zylinder ein Pumpenelement und eine hydraulisch gesteuerte Düse vorgesehen. Das Prinzip des lokalen Druckspeichers mit hub gesteuertem Injektor ist jedoch grundsätzlich bei jedem druckgesteuerten Einspritzsystem anwendbar, so z.B. auch bei einem Verteilereinspritzsystem.

25

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Pumpenelement
- 5 2 Injektor
- 3 Kraftstoffeinspritzeinrichtung
- 4 Niederdruckpumpe
- 5 Kraftstoff
- 6 Vorratstank
- 10 7 Förderleitung
- 8 Steuerventil
- 9 Rückschlagventil
- 10 Düsenneedle
- 11 Düsenraum
- 15 12 Steuerraum
- 13 Druckleitung
- 14 Druckentlastungsleitung
- 15 Ventileinheit
- 16 Drossel
- 20 17 Kraftstoffeinspritzeinrichtung
- 18 Drossel
- 19 Druckhalteventil

PATENTANSPRÜCHE

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung (3; 17; 18) einer Brennkraftmaschine mit je nach Anzahl der Zylinder mindestem einem lokalen, jedem Injektor (2) zugeordneten Pumpenelement (1) einer Pumpe-Düse-Einheit oder eines Pumpe-Leitung-Düse-Systems zur Verdichtung des Kraftstoffs, dadurch gekennzeichnet, dass der Injektor (2) und/oder die Zuleitung zum Injektor (2) einen lokalen Druckspeicherraum ausbilden, dass in die Zuleitung von dem Pumpenelement (1) zum Injektor (2) ein Rückschlagventil (9) integriert ist, dass ein Steuerventil (8) zur Hochdruckerzeugung im geschlossenen Zustand des Steuerventils (8) während des Nockenhubes vorgesehen ist, und dass eine Drossel (16; 18) zur Steuerung des Druckabbaus eines Düsenraums (11) des Injektors vorgesehen ist.
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Drossel (16) parallel zum Rückschlagventil (9) geschaltet integriert ist.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Druckhalteventil (19) in Serie zu der Drossel (16) geschaltet ist.
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuleitung von dem Pumpenelement (1) zum Injektor (2) über eine Ventileinheit (15) mit einem Steuerraum des Injektors (2) angeschlossen ist.

ZUSAMMENFASSUNG

- 5 Eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung (3) einer Brennkraftmaschine weist je nach Anzahl der Zylinder mindestens ein lokales, jedem Injektor (2) zugeordnetes Pumpenelement (1) einer Pumpe-Düse-Einheit oder eines Pumpe-Leitung-Düse-Systems zur Verdichtung des Kraftstoffs auf. Der Injektor (2) und/oder die Zuleitung zum Injektor (2) bilden einen lokalen
- 10 Druckspeicherraum aus.

Fig. 1